

Cold Spot Temperature Control System in Batch Annealing Furnace

(Sumio Umemoto)

(Toshio Iwasaki)

(Hiroaki Ueno)

(Toshikazu Kaihara)

(Norihisa Shiraishi)

(Shingo

Fujii)

---

:

55 5

10

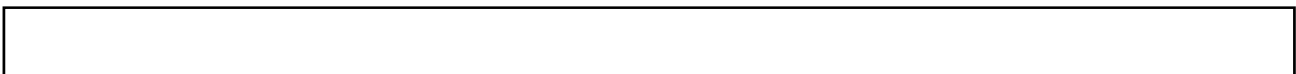
15

---

Synopsis :

A cold spot temperature control system for the batch annealing furnace has been established in order to reduce energy consumption, to improve productivity and to stabilize the properties of products. This system is called the "Coil Annealing Prediction System (CAPS)." Through the use of the exact heat transfer model, the CAPS can predict the necessary lowest temperature of each coil in the furnace for producing the coil having the suitable mechanical properties, and stop heating the coils, when the temperature of the coldest point reaches the predicted value. Since its practical use in May 1980, CAPS has been operating smoothly and achieved more than 10% energy cost saving.

(c)JFE Steel Corporation, 2003



バッチ式焼鈍炉の加熱完了予測システム  
Cold Spot Temperature Control System in Batch Annealing Furnace

梅本純生\*  
Sumio Umemoto

岩崎利雄\*\*  
Toshio Iwasaki

上野宏昭\*\*\*  
Hiroaki Ueno

貝原利一\*\*\*\*  
Toshikazu Kaihara

白石典久\*\*\*\*\*  
Norihsa Shiraishi

藤井慎吾\*\*\*\*\*  
Shingo Fujii

**Synopsis:**

A cold spot temperature control system for the batch annealing furnace has been established in order to

炉内に置いて加熱する

## 2. 焼鈍炉概要

冷延鋼板の焼鈍方法<sup>4)</sup>の一つである、バッチ式タイトコイル焼鈍炉では、Fig. 1に示すように、コイルへの伝熱は主としてコイル間に配列された

コンベクタープレート内を流れる雰囲気ガスからの対流伝熱によるところが大きい。ところが、コイル積合わせによりこれら各段コイルまわりの雰囲気ガス温度や流速を均一にすることは不可能に近く、各段コイルを一様に加熱、冷却することは困難である。また、焼鈍炉内の現象を知る温度セ

## 3. 伝熱シミュレーションモデル

このように、バッチ式焼鈍炉では、外部にとりだされた温度情報のみから炉内の状態を正確に把握することは、困難である。そこで、これらを解明するため、焼鈍炉の伝熱シミュレーションモデ

ルを開発した。

### 3.1 インナーカバー内における雰囲気ガス流速分布

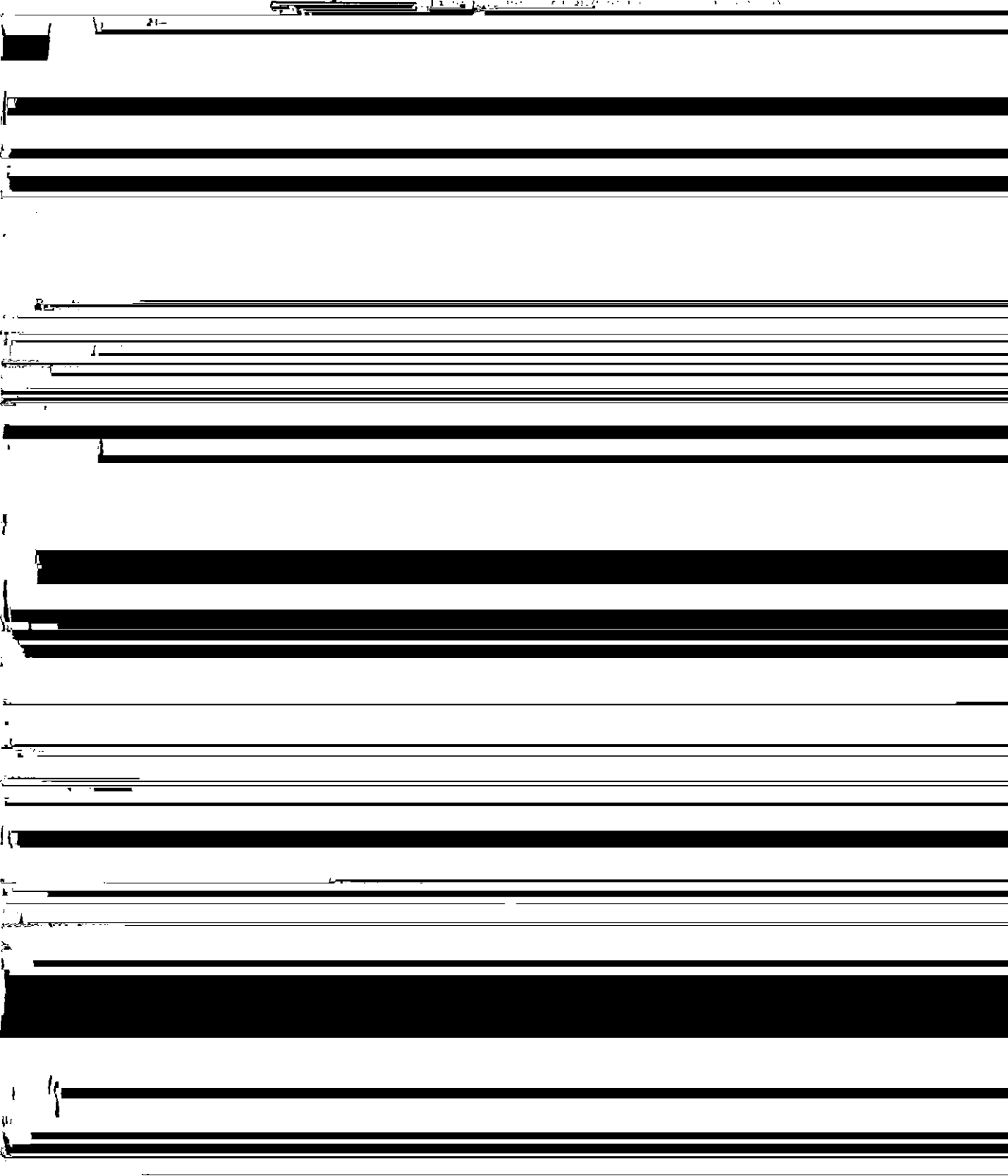
まず、インナーカバー内の流動現象<sup>5)</sup>を解明するため、Fig. 2に示すような実機の1/3縮尺のア

インナーカバー内の流量分布を測定した。差圧式 分布は差分方程式によって計算している。  
流量測定法は、個々のインナーカバーの

測定方法見直し

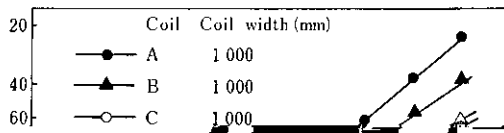
Start

Coil width, weight etc.



$\alpha, \beta$  : 定数

この  $\alpha, \beta$  は、各段コイル幅、重量、炉の加熱能力などの関数として表され、伝熱シミュレーションモデルによる計算結果から回帰して求められる。



$$-1.144X_D + 0.058H_F) \times 10^{-2} \dots \dots (7)$$

$X_A$  : A段(最下段)コイル幅

$X_B$  : B段コイル幅

$X_C$  : C段コイル幅

$X_D$  : D段コイル幅

$W_t$  : チャージ重量

$H_F$  : 炉の加熱能力

$T_S$  : 均熱温度

$T$  : 均熱温度

Table 1 An example of best stacking order  
( $T_s$ : 685°C, 4 coils in a stack)

Coil A (mm)	Coil B (mm)	Coil C (mm)	Coil D (mm)	Heating time (h)	Charging weight (t)	Coil position
1 200	1 048	812	942	33.05	150.2	D

## 7 結 言

り、チャージ編成時の作業性も向上した。

なお、本加熱完了予測システムの開発の基礎とな

加熱完了予測システムの開発により、従来は困難とされていた各段コイルの最冷点到達温度を精度よく推定することが可能となり、飛躍的に焼鈍技術の向上が達成できた。その効果としては、各段コイルの到達温度のばらつきを減少させ、かつ効率のよい加熱を行うことが可能となり、品質の安定化が図られたのみならず、燃料原単位で10%以上、焼鈍能率で約15%の改善が達成された。その上、従来細分化されていた焼鈍サイクルも目標温度を定めることによりグルーピングが容易とな

った伝熱シミュレーションモデルでは、コイル等の温度分布の他に燃料ガス流量やベースファンモータの電流値も計算でき、さまざまな角度から焼鈍炉に関する最適操業法の検討が可能である。

今後さらに本システムのレベルアップを図るには、成分、熱延条件、冷延圧下率、焼鈍温度などの材質に影響を及ぼす各因子の総合的影響度合を明らかとし冷延鋼板の材質を制御できる最終工程の焼鈍で前工程の冶金的条件を加味し、焼鈍温度をコントロールする冷延鋼板材質制御システムの開発へと結びつけたい。

## 参 考 文 献

- 1) 藤井, 貝原, 飯田, 鮫島, 白石: 鉄と鋼, 66 (1979) 10, 354
- 2) 貝原, 藤井, 上野, 池田: 鉄と鋼, 67 (1980) 4, 366
- 3) 平田, 白石: 鉄と鋼, 63 (1977) 4, 170
- 4) 鈴木ほか: 「鉄鋼便覧 (日本鉄鋼協会編)」, (1980), [丸善]
- 5) 白石, 湊, 福井: 鉄と鋼, 66 (1979) 10, 353
- 6) 近江: 第2回研究協会部会年報報告書資料, 機械学会 (1969) 4, 17